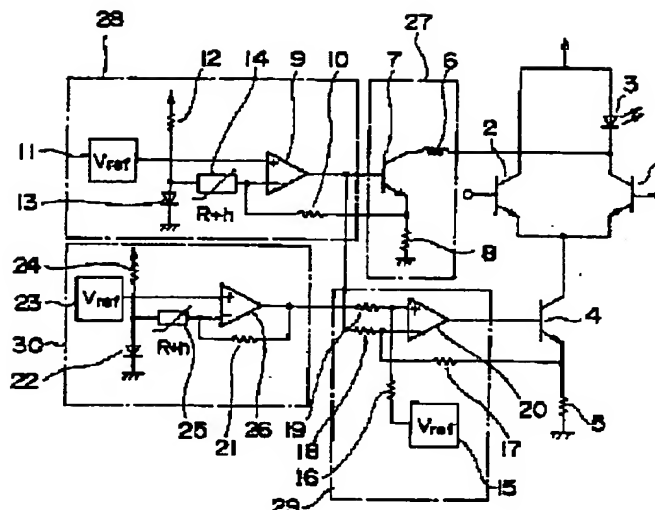


Patent Abstracts of Japan

TITLE : LASER DIODE DRIVE CIRCUIT WITH
TEMPERATURE COMPENSTATION
CIRCUIT



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

THIS PAGE RI ANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284791

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 S 3/133

識別記号

F I

H 0 1 S 3/133

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-93651

(22) 出願日

平成9年(1997)4月11日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 大野 浩

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

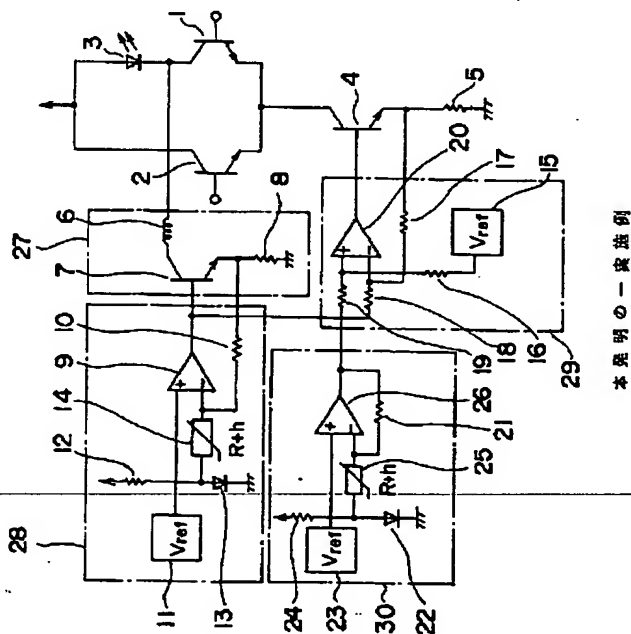
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 温度補償回路付レーザダイオード駆動回路

(57) 【要約】

【課題】 デューティ劣化を改善するフィードフォワード式の温度補償回路付レーザダイオード駆動回路を提供することである。

【解決手段】 トランジスタ1とトランジスタ2の差動対で構成される電流駆動回路と、レーザダイオード3にDCバイアス電流を流すバイアス回路27と、バイアス回路27に流れるバイアス電流を環境温度に応じて制御するバイアス電流温度補償回路28と、またレーザダイオード3の駆動電流を環境温度に応じて制御する駆動電流温度補償回路30と、減算回路29から構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザダイオードを電流駆動する電流駆動回路と、前記レーザダイオードにDCバイアス電流を流すバイアス回路と、前記バイアス回路に流れるバイアス電流を環境温度に応じて制御するバイアス電流温度補償回路と、前記レーザダイオードの駆動電流を環境温度に応じて制御する駆動電流温度補償回路と、減算回路を具備して構成され、前記駆動電流温度補償回路の出力信号と前記バイアス電流温度補償回路の出力信号とが前記減算回路に入力されて前記駆動電流温度補償回路の出力信号から前記バイアス電流温度補償回路の出力信号が減算され、前記減算回路の出力信号が前記電流駆動回路の電流制御端子に入力されていることを特徴とする温度補償回路付レーザダイオード駆動回路。

【請求項2】 前記電流駆動回路は、コレクタを第1の電源に接続した第1のトランジスタと、前記トランジスタと対をなし、コレクタを前記第1の電源に接続した第2のトランジスタと、コレクタを前記第1及び第2のトランジスタのエミッタと接続しエミッタを第1の抵抗を介して接地した第3のトランジスタを具備して構成され、前記第1のトランジスタのコレクタと前記第1の電源との間に接続したレーザダイオードを駆動し、前記バイアス回路は、前記レーザダイオードのアノードと前記第1のトランジスタのコレクタとの接続点からコイルを介してコレクタが接続され、かつエミッタが第2の抵抗を介して接地された第4のトランジスタを具備して構成され、前記バイアス電流温度補償回路は、第1の基準電位回路の出力端子と非反転入力端子が接続され、前記第4のトランジスタのエミッタと第3の抵抗を介して反転入力端子が接続され、前記第4のトランジスタのベースに出力端子が接続されている第1のオペアンプと、第2の電源に接続された第4の抵抗と該第4の抵抗にアノードを接続しカソードを接地した第1のダイオードを具備して構成され、前記第4の抵抗と前記第1のダイオードのアノードとの接続点と前記第1のオペアンプの反転入力端子とが第1のサーミスタを介して接続され、前記駆動電流温度補償回路は、第2の基準電位回路の出力端子と非反転入力端子が接続され、出力端子が第5の抵抗を介して反転入力端子が接続されている第2のオペアンプと、第3の電源に接続された第6の抵抗と前記第6の抵抗にアノードを接続しカソードを接地した第2のダイオードを具備して構成され、前記第6の抵抗と前記第2のダイオードのアノードとの接続点と前記第2のオペアンプの反転入力端子とが第2のサーミスタを介して接続され、前記減算回路は、前記第1のオペアンプの出力端子及び前記第2のオペアンプの出力端子がそれぞれ第7及び第8の抵抗を介して反転入力端子及び非反転入力端子に接続され、前記非反転入力端子は第3の基準電位回路の出力端子と第9の抵抗を介して接続され、出力端子が前記第3のトランジスタのベースに接続され、該第3の

トランジスタのエミッタが第10の抵抗を介して前記反転入力端子に接続されてなる第3のオペアンプを具備して構成されたことを特徴とする請求項1記載の温度補償回路付レーザダイオード駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレーザダイオード駆動回路に関し、特にバースト伝送に対応したフィードフォワード型温度補償回路付レーザダイオード駆動回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】以下、従来のバースト伝送用光送信器の温度補償回路付レーザダイオード駆動回路について図2を参照して説明する。図2に示すように、トランジスタ1のコレクタにレーザダイオード3のカソードが接続され、レーザダイオード3のアノードとトランジスタ2のコレクタとが共通に電源（図示せず）に接続されている。また2つのトランジスタ1、2のエミッタが互いに接続され、さらに共通エミッタにはトランジスタ4のコレクタが接続され、またトランジスタ4のエミッタは抵抗器5を介して接地されている。ここでトランジスタ4のベースには、オペアンプ26の出力端子が接続されており、このオペアンプ26の非反転入力端子には基準電位回路23の出力端子が接続されている。

【0003】一方、オペアンプ26の反転入力端子には、トランジスタ4のエミッタが抵抗器21を介して接続されている。またオペアンプ26の反転入力端子には、サーミスタ25を介して抵抗器24と、カソードが接地されたダイオード22のアノードが接続されている。ここで、ダイオード22は温度検出用であり、抵抗器24はダイオード22の保護抵抗である。

【0004】このレーザダイオード駆動回路は、サーミスタ25の抵抗値の温度変化とダイオード22の順電圧の温度変化を利用し、環境温度に対してレーザダイオード3の光出力パワを一定に保つように、レーザダイオード3に流す駆動電流を制御している。図3に示すように、レーザダイオード3には必ずしきい値（ I_{th} ）が存在し、しきい値以下の駆動電流では、レーザダイオード3はほとんど発光せず、しきい値以上の電流だけが光信号となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の温度補償回路付レーザダイオード駆動回路は、光信号パルスを発出する電流が0mAから振る無バイアス駆動であり、しきい値以下の電流では発光しないため、発光遅延を生じ、光波形の立ち上がり応答が遅れる。このため、光信号波形でデューティ劣化を発生させていた。この従来の温度補償回路付レーザダイオード駆動回路は、上記したように光送信波形のデューティ劣化が生じる傾向があったので、特に数100Mb/s以上の高速光伝送では、

このデューティ劣化は、パルス幅に対して大きなウエイトをしめてくるため、大きな問題となった。

【0006】本発明の目的は、バースト伝送用のフィードフォワード型温度補償回路付レーザダイオード駆動回路において、前述したような光送信波形のデューティ劣化を回避するような温度補償回路を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、レーザダイオードを電流駆動する電流駆動回路と、前記レーザダイオードにDCバイアス電流を流すバイアス回路と、前記バイアス回路に流れるバイアス電流を環境温度に応じて制御するバイアス電流温度補償回路と、前記レーザダイオードの駆動電流を環境温度に応じて制御する駆動電流温度補償回路と、減算回路を具備して構成され、前記駆動電流温度補償回路の出力信号と前記バイアス電流温度補償回路の出力信号とが前記減算回路に入力されて前記駆動電流温度補償回路の出力信号から前記バイアス電流温度補償回路の出力信号が減算され、前記減算回路の出力信号が前記電流駆動回路の電流制御端子に入力されていることを特徴とする温度補償回路付レーザダイオード駆動回路が得られる。

【0008】さらに、本発明によれば、前記電流駆動回路は、コレクタを第1の電源に接続した第1のトランジスタと、前記トランジスタと対をなし、コレクタを前記第1の電源に接続した第2のトランジスタと、コレクタを前記第1及び第2のトランジスタのエミッタと接続しエミッタを第1の抵抗を介して接地した第3のトランジスタを具備して構成され、前記第1のトランジスタのコレクタと前記第1の電源との間に接続したレーザダイオードを駆動し、前記バイアス回路は、前記レーザダイオードのアノードと前記第1のトランジスタのコレクタとの接続点からコイルを介してコレクタが接続され、かつエミッタが第2の抵抗を介して接地された第4のトランジスタを具備して構成され、前記バイアス電流温度補償回路は、第1の基準電位回路の出力端子と非反転入力端子が接続され、前記第4のトランジスタのエミッタと第3の抵抗を介して反転入力端子が接続され、前記第4のトランジスタのベースに出力端子が接続されている第1のオペアンプと、第2の電源に接続された第4の抵抗と該第4の抵抗にアノードを接続しカソードを接地した第1のダイオードを具備して構成され、前記第4の抵抗と前記第1のダイオードのアノードとの接続点と前記第1のオペアンプの反転入力端子とが第1のサーミスタを介して接続され、前記駆動電流温度補償回路は、第2の基準電位回路の出力端子と非反転入力端子が接続され、出力端子が第5の抵抗を介して反転入力端子が接続されている第2のオペアンプと、第3の電源に接続された第6の抵抗と前記第6の抵抗にアノードを接続しカソードを接地した第2のダイオードを具備して構成され、前記第

6の抵抗と前記第2のダイオードのアノードとの接続点と前記第2のオペアンプの反転入力端子とが第2のサーミスタを介して接続され、前記減算回路は、前記第1のオペアンプの出力端子及び前記第2のオペアンプの出力端子がそれぞれ第7及び第8の抵抗を介して反転入力端子及び非反転入力端子に接続され、前記非反転入力端子は第3の基準電位回路の出力端子と第9の抵抗を介して接続され、出力端子が前記第3のトランジスタのベースに接続され、該第3のトランジスタのエミッタが第10の抵抗を介して前記反転入力端子に接続されてなる第3のオペアンプを具備して構成されたことを特徴とする温度補償回路付レーザダイオード駆動回路が得られる。

【0009】

【作用】駆動電流温度補償回路30の出力信号とバイアス電流温度補償回路28の出力信号とが減算回路29に入力され、減算回路29の出力端子が電流駆動回路のトランジスタ4のベースに入力される。駆動電流温度補償回路30は、環境温度の変化に対して、光出力パワーを常に一定に保つようにレーザダイオード3へ流す駆動電流を制御する制御電圧を発生する。この制御電圧はレーザダイオード3へのパルス電流を0mAから振らせるような制御電圧であり、レーザダイオード3のしきい値電流と、実際に光信号になるパルス電流を合算した電流の温度変化情報である。

【0010】一方、バイアス電流温度補償回路28は、レーザダイオード3のしきい値電流の温度変化情報を与える回路である。バイアス電流を流す回路はトランジスタ7と抵抗器8とコイル6とから構成されるバイアス回路27であり、トランジスタ7のベースに与えられるバイアス電流温度補償回路28からの制御電圧によってバイアス電流が制御される。コイル6は高周波成分をカットし、DCバイアス成分のみを流すようにするためのものであり、レーザダイオード3が発光、消光を繰り返す時の電流変動ノイズをバイアス回路27に伝えないようにするためである。

【0011】減算回路29は、駆動電流温度補償回路30の温度補償情報から、バイアス電流温度補償回路のしきい値情報を差し引くためのものである。すなわち、光信号になり得るしきい値以上のパルス電流だけを、温度補償して、レーザダイオード3に流すためのものである。しきい値の温度補償は、バイアス温度補償回路がおこなうようになっている。

【0012】以上により、レーザダイオード3はしきい値の温度変化に伴う補償と、パルス電流の温度変化に伴う補償との両方を独立に行うことができ、またレーザダイオード3のしきい値電流は常に各温度で最適に与えられているため、発光遅延が生じることはない。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の一

実施の形態、図3はレーザダイオードの出力パワと駆動電流との関係を示すグラフである。図1に示すように、本発明に係る温度補償回路付レーザダイオード駆動回路は、トランジスタ1とトランジスタ2の差動対で構成される電流駆動回路と、レーザダイオード3にDCバイアス電流を流すバイアス回路27と、バイアス回路27に流れるバイアス電流を環境温度に応じて制御するバイアス電流温度補償回路28と、またレーザダイオード3の駆動電流を環境温度に応じて制御する駆動電流温度補償回路30と、減算回路29から構成される。

【0014】トランジスタ1とトランジスタ2は互いにエミッタを共通に接続されて作動対をなしている。各トランジスタのベースには、位相の反転した信号波形が入力される。トランジスタ1のベースに入力された信号がHighレベルの時、トランジスタ1のコレクタに電流が流れ、レーザダイオード3に駆動電流が流れ発光する。トランジスタ1とトランジスタ2は完全にスイッチングされるので、各トランジスタのコレクタ電流は、トランジスタ4のコレクタ電流等しくなる。抵抗器5はトランジスタ4のエミッタ抵抗である。つまりこの電流駆動回路では、レーザダイオード3に流れる駆動電流はすなわちトランジスタ4のコレクタ電流であり、このコレクタ電流はトランジスタ4のベースに加わる制御電圧によって決定される。

【0015】トランジスタ4のベースにはオペアンプ20の出力端子が接続されている。オペアンプ20の非反転入力端子は、抵抗器19を介してオペアンプ26の出力端子が接続されている。またさらに基準電位回路15から抵抗器16を介して基準電位を与えられている。また、オペアンプ20の反転入力端子は抵抗器17を介してトランジスタ4のエミッタに接続されており帰還回路を形成している。一方抵抗器18を介してオペアンプ9の出力端子に接続されている。これらのオペアンプ20と抵抗器16、抵抗器17、抵抗器18、抵抗器19、基準電位回路15から構成されている回路は減算回路となっている。すなわち、オペアンプ26の出力制御信号からオペアンプ9の出力制御信号を差し引いた値の制御信号をオペアンプ20で発生させて、この出力信号がトランジスタ4のベースに入力され、レーザダイオード3の駆動電流を制御する。

【0016】駆動電流温度補償回路30は、オペアンプ26の非反転入力端子に入力される基準電位回路23と、反転入力端子から抵抗器21を介して出力端子に接続されている帰還回路と、一方を電源に接続された抵抗器24と、抵抗器24にアノードが接続されカソードが接地されたダイオード22と、さらに抵抗器24とダイオード22との接続点からサーミスタ25を介してオペアンプ26の反転入力端子に接続された回路から構成される。この駆動電流温度補償回路30は、図3に示すようなレーザダイオード3のしきい値電流とパルス電流を

合計した電流値の、温度に対する変化を追従する回路であり、それに応じた制御電圧を発生する。ダイオード22の温度に対する順電圧のリニア変化とサーミスタ25の温度に対する曲線的な抵抗値変化を兼ね合わせた曲線近似方式であり、レーザダイオード3の光出力パワが、温度変化に対して常に一定となる駆動電流の変化値に、2mA程度の誤差($-20^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$)で追従出来る制御電圧を出力できるものである。

【0017】また、一方のバイアス電流温度補償回路は、オペアンプ9とオペアンプ9の反転入力端子から抵抗器10を介してトランジスタ7のエミッタに接続された帰還回路と、オペアンプ9の非反転入力端子に接続された基準電位回路10と、一方が電源に接続された抵抗器12と、抵抗器12にアノードが接続されカソードが接地されているダイオード13と、抵抗器12とダイオード13との接続点からサーミスタ14を介してオペアンプ9の反転入力端子に接続された回路から構成される。このバイアス電流温度補償回路28は、図3で示すレーザダイオード3しきい値の温度に対する変化に追従する回路であり、それに応じた制御信号を出力する。ダイオード13の温度に対する順電圧のリニア変化とサーミスタ14の温度に対する曲線的な抵抗値変化を兼ね合わせた曲線近似方式であり、レーザダイオード3のしきい値電流の温度変化に対して、誤差2mA($-20^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$)程度の最適なしきい値電流を常に与える制御電圧を出力できるものである。

【0018】オペアンプ9の出力信号は、トランジスタ7のベースに入力されて、トランジスタ7のコレクタ電流を制御する。トランジスタ7のコレクタ電流はレーザダイオード3のDCバイアス電流であり、レーザダイオード3のアノードからDCバイアス電流を引っ張っている。すなわち温度変化に応じた最適なしきい値電流をレーザダイオード3に与えている。コイル6は、レーザダイオード3のパルススイッチング電流に含まれる高周波成分をトランジスタ7に流さないための、高周波カット用である。抵抗器8はトランジスタ7のエミッタ抵抗器である。

【0019】減算回路29は、駆動電流温度補償回路30の制御電圧から、バイアス電流温度補償回路28の制御電圧を差し引いた制御電圧を発生しており、すなわちこれは図3で示すところのパルス電流(I pulse)の温度に対する変化情報を発生している。この変化情報(制御電圧)はトランジスタ4のベースに入力され、トランジスタ4のコレクタ電流を制御する。従って、レーザダイオード3のスイッチング時の駆動電流は、パルス電流(I pulse)だけとなっている。一方レーザダイオード3のしきい値電流は、バイアス電流温度補償回路28とバイアス回路27により、温度変化に応じた最適なしきい値を常に与えている。

【0020】これによりレーザダイオード3には、環境

温度が変化しても、光出力パワーが一定となる。最適なしきい値電流とパルス電流が常に与えられることになる。そして、最適なしきい値が与えられているので、レーザダイオードの発光遅延がなく、パルス信号のデューティ劣化ない高品質な光出力波形を作ることが可能となる。さらに、バースト伝送に対応して、フィードフォワード式であるため、光送信時の最初のビットが欠損することがない。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、レーザダイオードの環境温度が変化してもその光出力パワーが一定となるようなバースト伝送対応の温度検出回路を用いたフィードフォワード式制御方式として、しきい値電流とパルス電流とを個別に制御し、しきい値電流は常に最適な値がレーザダイオードに与えられるため、レーザダイオードの発光遅延がなく、従ってパルス信号のデューティ劣化ない高品質な光出力波形を作ることが可能となる効果が得られる。

【0022】さらに、本発明によれば、バースト伝送に対応して、フィードフォワード式であるため、光送信時の最初のビットが欠損することがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の温度補償回路付レーザダイオード駆動回路の構成を示した図である。

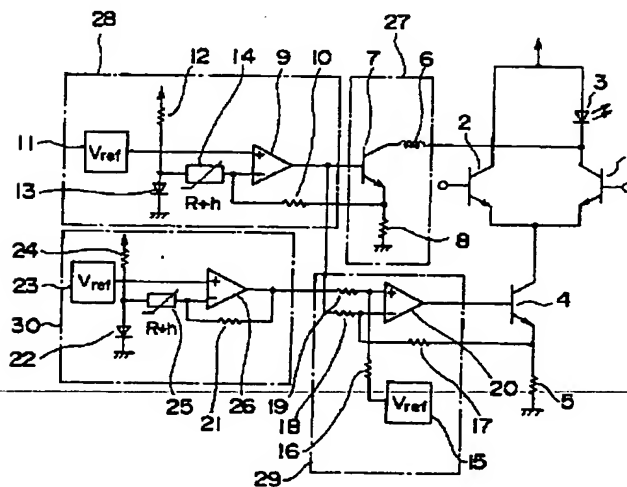
【図2】従来の温度補償付レーザダイオード駆動回路の構成を示した図である。

【図3】レーザダイオードの駆動電流 (I_{po})、しきい値 (I_{th})、及びバイアス電流 (I_{pulse}) と光出力パワーとの関係を示した図である。

【符号の説明】

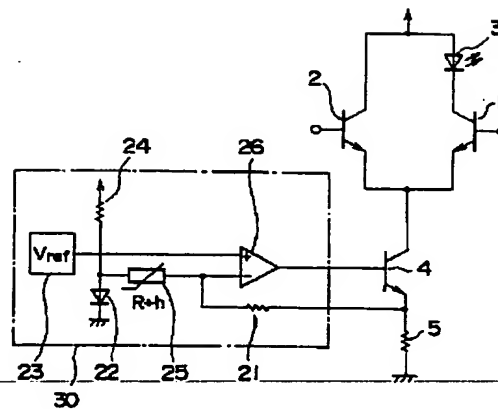
- | | |
|----|--------------|
| 1 | トランジスタ |
| 2 | トランジスタ |
| 3 | レーザダイオード |
| 4 | トランジスタ |
| 5 | 抵抗器 |
| 6 | コイル |
| 7 | トランジスタ |
| 8 | 抵抗器 |
| 9 | オペアンプ |
| 10 | 抵抗器 |
| 11 | 基準電位回路 |
| 12 | 抵抗器 |
| 13 | ダイオード |
| 14 | サーミスタ |
| 15 | 基準電位回路 |
| 16 | 抵抗器 |
| 17 | 抵抗器 |
| 18 | 抵抗器 |
| 19 | 抵抗器 |
| 20 | オペアンプ |
| 21 | 抵抗器 |
| 22 | ダイオード |
| 23 | 基準電位回路 |
| 24 | 抵抗器 |
| 25 | サーミスタ |
| 26 | オペアンプ |
| 27 | バイアス回路 |
| 28 | バイアス電流温度補償回路 |
| 29 | 減算回路 |
| 30 | 駆動電流温度補償回路 |

【図1】



本発明の一実施例

【図2】



従来回路

【図3】

